

INDUSTRY 4.0 TESTBED AUTONOMOUS "ICE CRUSHER CELL"

Lukáš Horák

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xhorak67@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jan Pásek

E-mail: pasek@feec.vutbr.cz

Abstract: This article describes design and creating an autonomous cell called „ice crusher“ designed to be used as a part of Industry 4.0 testbed. The testbed is supposed to simulate a small factory and is used to demonstrate parts of Industry 4.0. The main task was to design the mechanical part of the cell and equip it with sensors. In the first part of the article is to describe the mechanical part that is designed in NX software. In the next part suitable electronics is selected. The electronics was selected so that it provides safe and reliable cell control, while being as simple and cheap as possible. The control unit for the cell is PLC 1200 and as for visualisation a HMI touch panel made by Siemens was chosen. The control unit was programmed using LAD and SCL languages.

Keywords: CELL, PLC, BARTENDER, INDUSTRY 4.0, CRUSHER

1 ÚVOD

Tato práce vznikla jako část projektu, který má demonstrovat využití a principy průmyslu 4.0. Tato iniciativa bývá také označována jako čtvrtá průmyslová revoluce, pod kterou si lze představit současný trend digitalizace, automatizace a v tomto případě usnadnění často opakujících se procesů.¹ Celý projekt by pak měl představovat malou výrobní továrnu, kde pomocí rozložení výroby do malých opakujících se procesů, lze jednoduše požadavek vykonat co nejpřesněji a nejrychleji.² Tento článek se bude zabývat jednou z výrobních buněk, a to buňkou s názvem „drtič ledu“.

2 NÁVRH A KONSTRUKCE

Samostatná konstrukce buňky se skládá z hliníkových profilů, které mají rozměr 30x30x270/500. Na zadní straně buňky je rozvaděč se všemi elektrickými prvky, které budou potřeba pro chod buňky, pro připojení elektrického napětí je na buňce umístěn konektor Han10.

Mechanický návrh buňky byl vytvořen pomocí programu NX od firmy Siemens. V NX lze řešit návrh, simulace, výpočty, analýzy a mnoho dalšího co se týká 3D modelování. Jednotlivé části buňky byly navrženy a následně spojeny v sestavě, kde byla provedena kontrola návaznosti jednotlivých dílů, které byly následně vytištěny na 3D tiskárně.⁴ Celý návrh buňky se skládá z 6 jednotlivých částí: násypka na led, středový panel, drtič, spodní svod ledu, držák skleničky a držák motoru. Nejdůležitější části návrhu následně krátce popíšu.

2.1 NÁSYPKA NA LED

Násypka je tvořena ze dvou vrstev, návrh byl proveden na základě požadavku pevnosti a tepelné izolace. Vytisknutá násypka má dostatečnou tloušťku, aby splňovala požadovanou pevnost a do ní bude vložena násypka stejného tvaru, ale bude vytvořena z nerezů.

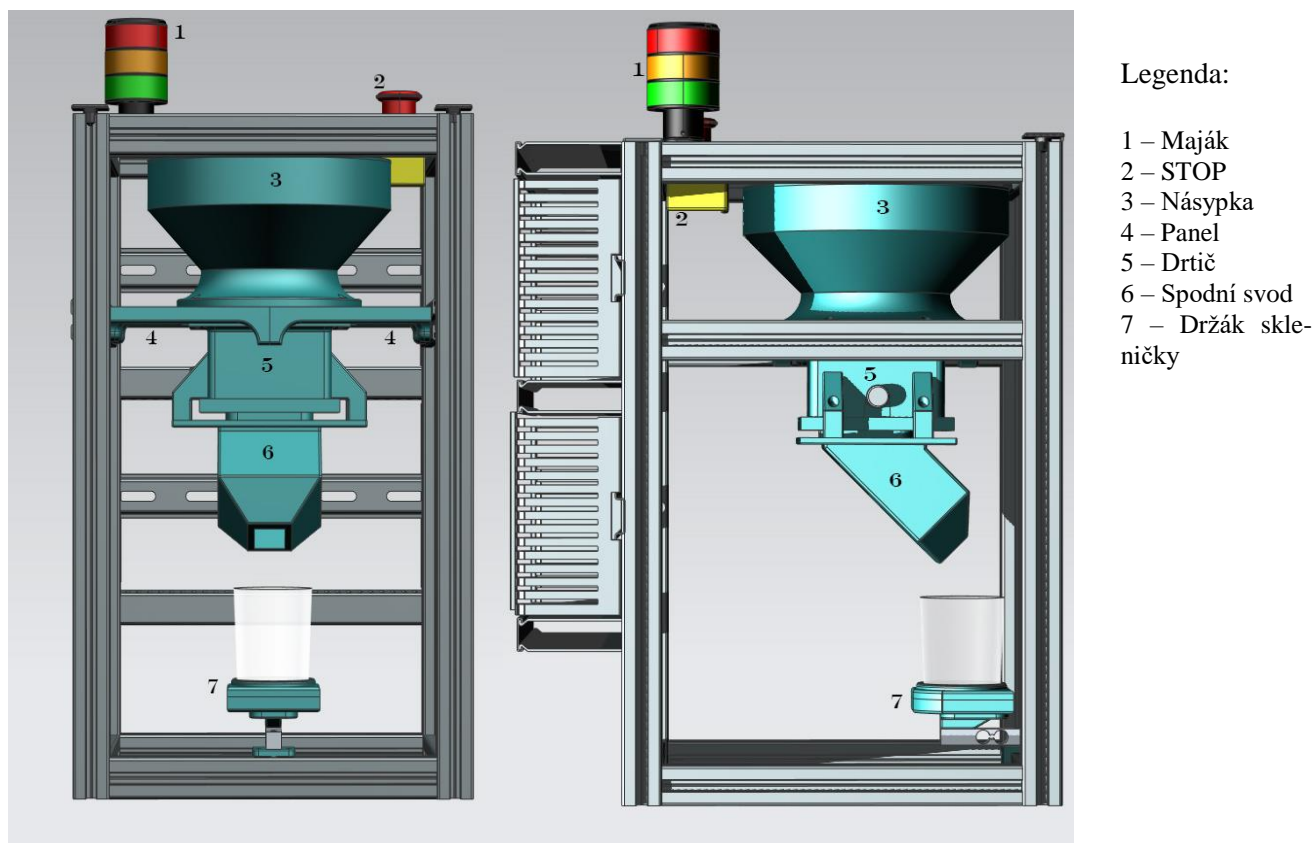
2.2 PANEL

Středový panel je součástí, která spojuje většinu zbylých dílů k sobě, seshora je na něm umístěna násypka, ze spodu je do něj připevněn samostatný drtič a držák motoru. Uprostřed je otvor na pro-

pojení násypky a drtiče ledu. Panel je vytvořen ze 2 symetrických částí, tyto části jsou spojeny ve středu. Celý panel má dostatečnou pevnost a nosnost.

2.3 DRTIČ LEDU

Součástí drtič ledu je nejdůležitější, a proto na něj byl při návrh kladen důraz hlavně na bezpečnost. Stěna, která ohraničuje celý drtič je dostatečně pevná, aby při drcení nedošlo k prasknutí a případné možnosti vystřelení ledu mimo drtič. Jednotlivá drtící kladiva jsou nasunuta na hranaté ose, která je umístěna mezi dvě ložiska. Přesah osy je pomocí pružné spojky spojen s hřídelí motoru.



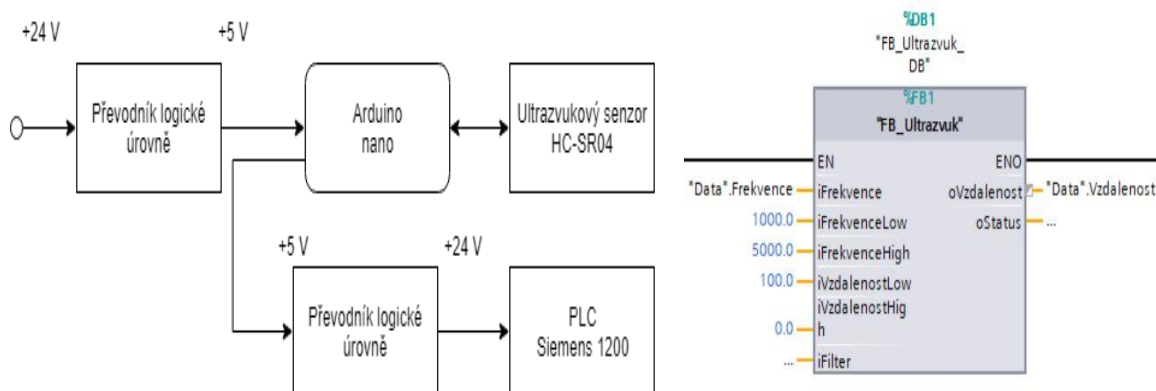
Obr. 1 Výsledný návrh celé buňky

3 ELEKTRONIKA

3.1 ULTRAZVUKOVÝ SENZOR

Ke snímání obsahu ledu v násypce byl zvolen ultrazvukový senzor HC-SR04, na základě doby mezi vysláním a přijmutím echa je dopočtena vzdálenost ledu od senzoru a následně dopočtena úroveň ledu v násypce, informace o obsahu ledu v násypce bude zobrazen na majáku nebo na HMI panelu.

Pro práci s ultrazvukovým senzorem bude využit mikrokontroler arduino od firmy Atmel, pomocí kterého bude spočtena vzdálenost senzoru od ledu. Vypočtená vzdálenost v cm, se převede na frekvenci podle jednoduchého přepočtu ($\text{vzdálenost} \cdot 100 + 1000$). Pak vzdálenost 0 cm odpovídá 1 kHz a další 1 cm zvedá frekvenci o 0,1 kHz ($10 \text{ cm} = 2 \text{ kHz}$). Následně frekvenci vygenerujeme pomocí funkce Tone na zvolený výstupní pin. Vygenerovaný signál převedeme na logickou úroveň, tak aby PLC detekovalo log. 1. Vyhodnocením frekvence signálu na vstupním pinu PLC dostáváme potřebnou hodnotu vzdálenosti.⁵



Obr. 2 Blokový diagram procesu – snímání obsahu ledu v násypce + vyhodnocovací blok v PLC

3.2 TENZOMETR

Kolik ledu má buňka do přiložené skleničky nadrtit, vyčte z NFC čipu, který je umístěn na spodní straně skleničky, ta bude umístěná na ohybovém nosníku pomocí, kterého bude snímána váha ledu ve skleničce. Po nadrcení požadované váhy ledu, bude drtič ledu zastaven. Vážení skleničky lze také využít jako vstupní kontrolu, např. zda sklenička do buňky přišla prázdná. Tenzometrická váha byla zvolena z důvodu jednoduchosti zpracování výstupního signálu a ceny.

Signál z ohybového nosníku s tenzometrem bude přiveden na zesilovač, který signál zesílí na jednotky V, výstup ze zesilovače bude připojen na analogový vstup PLC. Následně bude v PLC vytvořen blok na přepočítání vstupního napětí na odpovídající váhu skleničky s ledem.

3.3 MOTOR

K drcení ledu byl vybrán motor na základě požadovaného momentu. Ten byl zjištěn experimentálně pomocí kuchyňské váhy, drtiče a ramene připevněného k ose drtiče. Drtič byl naplněn ledem a působením síly ramene proti kuchyňské váze, byla v momentu rozdrčení ledu zaznamenána váha 6 kg. Z váhy byl zjištěn požadovaný moment motoru 6 Nm. Byl vybrán motor ze stěračů osobního automobilu, hlavně díky jeho parametrům v oblasti momentu.

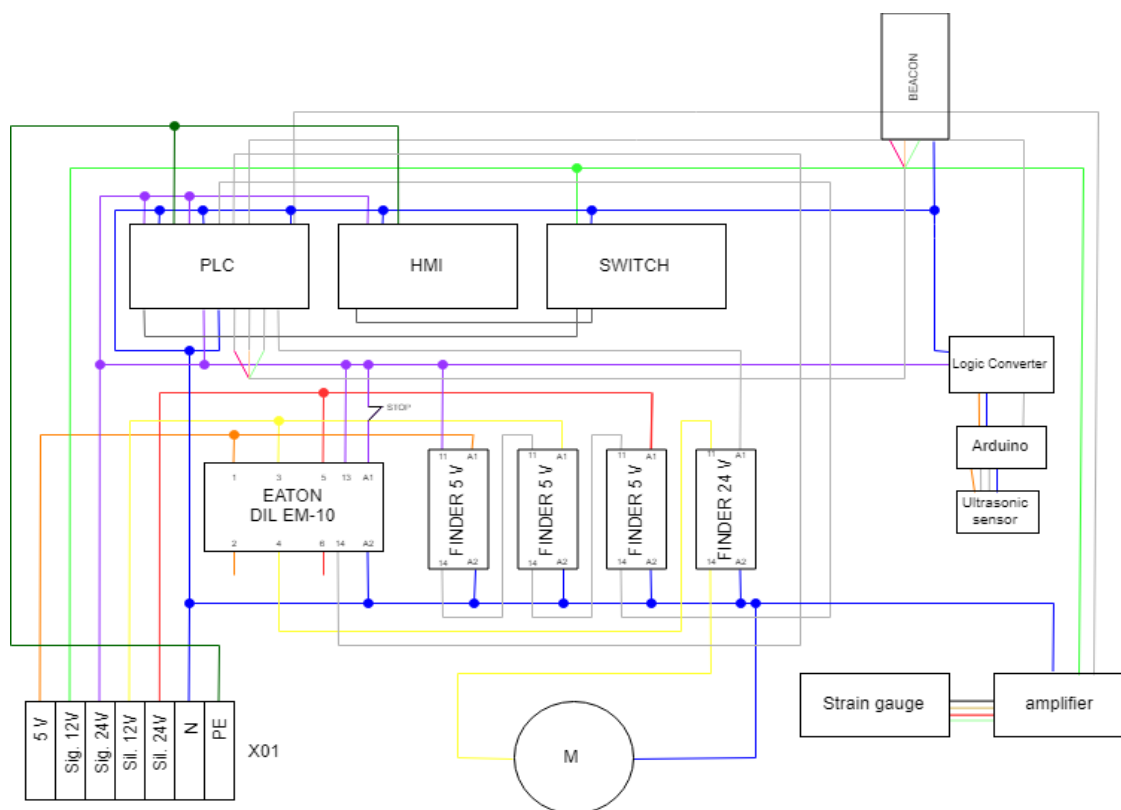
Motor je připevněn ke středovému panelu a s osou je spojen pomocí pružné spojky z důvodu možného vychýlení osy a hřídele motoru. Motor bude spínán pomocí 24 V relátka, které bude možno v případě nutnosti odepnout STOP tlačítkem.

3.4 PLC A HMI

Celý chod buňky bude řídit PLC 1200 od firmy Siemens. K přehlednému informování a řízení buňky bude sloužit vizualizace na HMI touch panel. Program bude psán pomocí LAD a SCL jazyka, jednotlivé procesy budou naprogramovány jako samostatné bloky a následně všechny budou volány při splnění požadovaných podmínek v hlavním procesu. Vizualizace bude obsahovat více obrazovek, které budou sloužit pro manuální a automatický chod, údržbu a přihlášení.

3.5 ROZVADĚČ

Na zadní straně buňky je sestaven rozvaděč, ve kterém se nacházejí relátka pro spínání motoru a signalizaci připojeného napětí, dále stykač, kterým jsou vedena silová napětí a v případě potřeby je pomocí STOP tlačítka lze odepnout. Na Buňce je také připevněn signalizační majáček, který bude signalizovat stav buňky v případě čekání, odpojení od silového napětí, chodu nebo při docházení ledu. Také se zde nachází switch, do kterého jsou připojeny všechny potřebné řídicí prvky. Barevné značení vodičů v buňce nedopovídá normě ČSN EN. Zvolené barvy pro signály lze najít v obr. 3 Blokové schéma zapojení.



Obr. 3 Blokové schéma zapojení

4 ZÁVĚR

Obsahem tohoto článku je popis návrhu jedné z autonomních buněk pro testbed, jejím úkolem je drtit led, dokud nebude splněna požadovaná váha, která je vyčtena z NFC čipu umístěného na dně skleničky. Návrh buňky je vytištěn na 3D tiskárně a po seskládání byl vložen do hliníkové konstrukce. Buňka byla osazena senzory, které jsou popsány v kapitole 3. Elektronika. Pomocí jazyku LAD a SCL bude vytvořen program, který bude celou buňku řídit a přizpůsobovat výrobní proces buňky na základě požadavků. Po synchronizaci celého testbedu bude možnost na základě vstupního výběru, očekávat na výstupu svůj zvolený drink.

REFERENCE

- [1] Průmysl 4.0: prvky průmyslu 4.0 [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.siemens.cz/prumysl40/>
- [2] Testbed: základní informace k projektu [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <http://vlada.pl/>
- [3] RIPKA, Pavel, Stanislav ĎAŘO, Marcel KREIDEL a Jiří NOVÁK. Senzory a snímače. ČVUT v Praze, Fakulta elektronická, 2005
- [4] NX: software NX [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.t-plm.cz/cs/portfolio/cad-cam/siemens-nx/>
- [5] Arduino Tone: [online]. [cit. 2019-03-05]. Dostupné z: <https://www.arduino.cc/reference/en/language/functions/advanced-io/tone/>